

BEITRAG ZUR BODENTEMPERATUR DES FLUGSANDES

Von: M. ANDÓ

Klimatologisches Institut der Universität Szeged.

Das Institut für Klimakunde der Szegediner Universität unternahm Mikroklimateforſchungen in 1954. von 13. bis 23. Juni unter der Leitung von Prof. R. Wagner auf dem Sandgebiet zwischen der Donau und der Theiſſ (*Ülészpuszta*, 25 km WNW von Szeged).

Wegen des noch zwischen der Donau und der Theiſſ befindlichen Flugsandgebietes iſt es von Wichtigkeit, ſein Mikroklima und, innerhalb deſſen, ſeine Bodentemperatur eingehend kennenzulernen. Flugsand iſt ein ſich im alten und neuen Holozän entwickeltes eoliſches Gebilde, das ein 3—4 m hohes Sanddünenterrain bildet. Auf den einzelnen Dünen finden die Sandpflanzen (*Brometum tectorum secaletosum*, *Festucetum vaginatae danubiale*) immer mehr Verbreitung, aber es kommen auch ganz wüſte Dünen vor. Sandgranulation: 0,2—0,3 (0,1—0,5) mm, Sandart: ſtark abgeriebener, heller oder etwas braungelblicher Quarzsand mit Muskovit. Kalkgehalt ſehr wenig (+).

Tabelle 1.

Zuſammensetzung des Flugsandes in Hinſicht der Granulationsgröſſe

	0.5 — 0.3 mm	0.3 — 0.125 mm	0.125 — 0.062 mm
2 cm	1.3	75.0	22.7
5 "	2.8	74.4	22.6
10 "	4.8	77.2	18.0
20 "	2.7	76.7	20.6

Die Bodentemperatur wurde in vier Schichten (2, 5, 10, 20 cm) gemessen. Aus den einzelnen Schichten wurden Körnungsanalyſe, ſowie Bodenfeuchtigkeitsmeſſungen ausgeführt. Die Reſultate der Körnungsanalyſe ſind in Tabelle 1. zu finden. Wie aus der Analyſe erſichtlich iſt, dominiert der Sand von feiner und mittlerer Korngröſſe, was auch auf einen mangelhaften Waſſerhaushalt hinweiſt. Er gibt leicht das abſorbierte Waſſer ab, und ebenſo leicht nimmt er es auf. Wegen der Körnigkeit kann das ſich in den Boden nicht tief erſtreckende Pflanzenwurzelwerk durch Kapillarelelevation nur eine Minimalfeuchte aufnehmen, da das Bodenwaſſerniveau in einer Tiefe von 2—3 m liegt. Demzufolge entſteht hier der »trockene« Typ des Sandbodens.

Die Sandbodentemperatur zeigt einen extremen Charakter nicht nur in ihrem Jahresverlauf, sondern auch in ihrem von uns gemessenem Tagesverlauf. In dem Messzeitraum, auch bei verschiedener Witterung, hatte die Bodentemperatur sehr abweichende Werte und Tagesverlauf.

An trockenen warmen Tagen ruft die Tageseinstrahlung eine starke Sanddurchwärmung hervor. Bei der untersuchten Schichte, bis auf 10 cm Tiefe von der Oberfläche macht sich dies auch in den grossen Temperaturamplituden bemerkbar. Die Temperatur der tieferen Schichten (20 cm) ist schon mehr ausgeglichen. (Siehe die Minima und Maxima vom 14. und 15. Juni in den Tabellen 2, 3.) Die Zeitpunkte des Eintritts der Maxima haben in den verschiedenen

Tabelle 2.
Minima der Bodentemperatur C°.

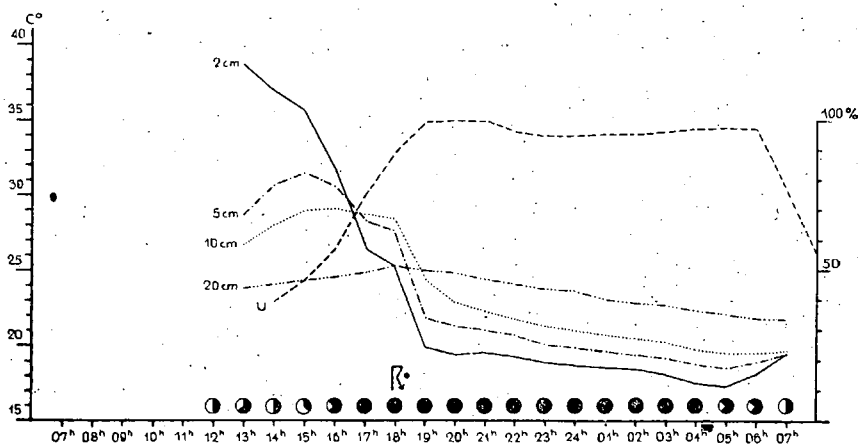
	VI. 14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2 cm	17.0	19.5	21.5	17.4	18.4	19.0	17.5	16.5	20.7	18.4
5 "	18.2	21.0	22.5	18.6	19.3	20.0	18.5	17.5	22.3	20.0
10 "	19.5	22.0	23.5	19.8	20.4	21.0	20.5	19.5	22.4	21.3
20 "	23.0	23.5	24.0	21.7	22.6	23.5	23.0	21.0	24.4	23.6

Tabelle 3.
Maxima der Bodentemperatur, C°.

	VI. 13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2 cm	36.0	37.2	39.4	38.5	29.4	35.2	34.8	37.2	37.4	39.0
5 "	34.0	35.2	34.2	31.2	28.7	33.5	32.1	35.3	33.9	33.6
10 "	31.3	32.7	32.0	29.4	28.4	31.2	29.9	32.6	33.5	31.4
20 "	25.0	26.0	26.2	25.3	24.9	25.5	25.7	26.6	26.6	24.4

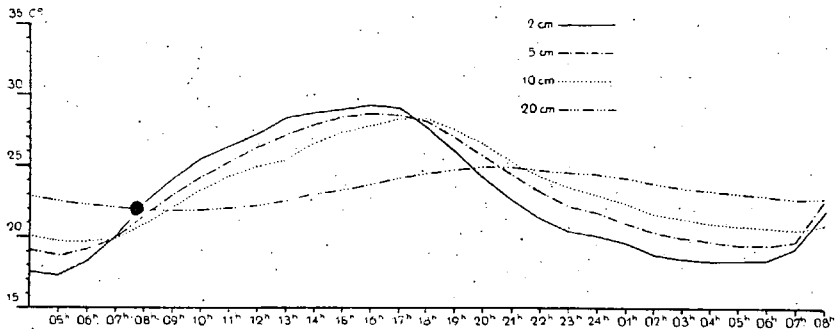
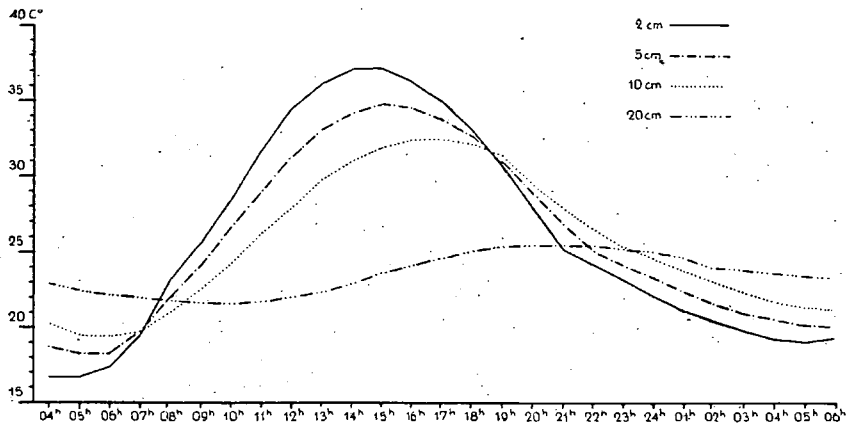
Schichten eine Verspätung von je einer Stunde. Am 14. Juni, an einem trockenen, warmen Tage, trat das Minimum in der 2 cm- Tiefe um 4 Uhr, in 5 cm um 5 Uhr, in 10 cm um 6 Uhr ein, und der Auftritt des Maximums erfolgte um 14, 15, 16 Uhr. Die Zeitdauer zwischen den zwei Extremwerten beträgt in allen drei Bodenschichten 10 Stunden. Die Bodenthermometerablesung fand stundenweise statt. Bodentemperaturamplituden: in 2 cm: 20,2 C°, in 5 cm: 17,0 C° in 10 cm: 13,2 C°. In 20 cm Tiefe wächst die Zeitdifferenz zwischen Minimum-Maximum schon auf 10 Stunden, und die Temperaturamplitude ist zur gleichen Zeit 3 C°. Der Sand war trocken, das Gewichtsprozent der Feuchtigkeit (in Bezug auf trockenes Gewicht) betrug in 10 cm- Tiefe 0,56% und in 5 cm bloss 0,33%. Die Bodenfeuchtigkeit wies gleichfalls an anderen trockenen, warmen Tagen ähnliche Beträge auf (14., 15. Juni). Der Bodentemperaturgradient der 2—5 und 5—10 cm-Schichten betrug bei der Minimumzeit der 10 cm Sand-schicht, um etwa 7 und 18 Uhr, 0 C°. Diese Zeitpunkte sind um mehr von Bedeutung, als die Erwärmungs- und Abkühlungsintensität, mit einer Temperaturzunahme bzw. -abnahme von 3—4 C° pro Stunde, im Laufe der auf diese Zeitpunkte folgenden zwei — drei Stunden am höchsten ist. An den aufeinander folgenden trockenen, warmen, wolkenlosen Tagen (14., 15., 16. Juni) schliesst der Bodenwärmehaushalt mit einem Wärmegewinn. Der Bodentempe-

raturanstieg kommt weniger in den Bodentemperaturmaxima als in der Erhöhung der Temperaturminima zum Ausdruck (S. Tab. 2.). Die Tagesminima der Bodentemperatur deuten wohl die Erwärmung auch in den tieferen Flugsandschichten an. Die geringe spezifische Wärme des trockenen Sandes, sowie der täglich auftretende Wärmegewinn wirken in hohem Grade fördernd auf die improduktive Verdunstung des Bodens. Das hat sich z. B. darin geässert, dass schon am 14-ten bloss eine sehr minimale Bodenfeuchte nachzuweisen war (S. Seite 2.), obwohl es am 11-ten den ganzen Nachmittag hindurch regnete. An der Wetterwarte von Szeged wurde eine Niederschlagsmenge von 13,8 mm gemessen. Der Sand wurde durchfeuchtet, aber infolge der raschen Niederschlagversickerung und der darauffolgenden heiteren Witterung trocknete er recht aus. Selbstverständlich tritt ähnlicherweise das Austrocknen gleichfalls auch ein anderes Mal auf. Dies machte sich auf dem Forschungsgebiet an der Entwicklung der Pflanzenassoziatiön bemerkbar. Die Pflanzen, deren Wurzelwerk sich in eine geringere Tiefe (zwischen 2—20 cm) estreckte, wurden schon Ende Mai, Anfang Juni dürr. Pflanzen mit tieferem Wurzelwerk (baumartige Pflanzen) überleben aber diese Dürre mit grosser Leichtigkeit.



Unter dem Einfluss des Niederschlags kühlt sich der Sand rasch ab (Abb. 1). Das konnte man anlässlich des Einbruchs der Kaltfront, die am 16. Juni 1954. nachmittags um etwa 18 Uhr stattfand, beobachten, als eine Niederschlagsmenge von 15,3 mm fiel. Diese Niederschlagsmenge wurde an Ort und Stelle gemessen. Der Sandschichttemperaturabfall in 2 cm- Tiefe betrug 5—6. C° pro Stunde. Nach 19^h ging die Bodentemperatur schon langsam zurück. Beim Eintritt des Minimums (am 17. Juni um 4 h) war die Temperatur um 4 C° niedriger als das Minimum des vorigen Tages und um 0,3 C° höher als das Lufttemperaturminimum, obwohl diese Differenz an den trockenen Tagen, am 14. und 15., 2—3 C° ausmachte. Der Niederschlag bewirkte keine weitere Temperaturzunahme der 20 cm- Bodenschicht, die beim Auftreten des Regens ihre an trockenen Tagen bemerkbare Kulmination noch nicht erreicht hat. Bei feuchtem, nebligem Wetter ist die Erwärmungsintensität natürlich geringer als bei trockenem Wetter (S. Abb. 2., 3.). Die bezeichnendste Temperaturerhöhung ist

2 C° pro Stunde, während sie bei trockenem Wetter 3—4 C° betrug. Infolge der durch den Niederschlag veranlassten Änderung der spezifischen Wärme des Sandes nahm die Temperaturamplitude der 2 cm-Schicht am 17. Juni, im Vergleich mit trockenem Sand (15. Juni), beinahe um die Hälfte ab (12 C°), obwohl die Einstrahlungsverhältnisse an beiden Tagen ähnlich waren. Die Unterschiede in den Bodentemperaturmaxima kommen in den Bodentemperaturen



vor (am 15.) und nach (am 17.) dem Tage des Niederschlags zum Ausdruck. Der Auftritt der Maxima und Minima erfolgt in feuchtem Sand um 1—2 Stunden früher als in trockenem. Die eufeinander folgenden trüben, regenreichen Tage kühlen den Boden dauernd ab. Die unter dem Einfluss der unmittelbaren Sonneneinstrahlung erfolgte Bodenerwärmung wird durch die Kühlwirkung nicht bloss kompensiert, sondern es tritt zur Zeit der Minima ein progressiver Bodentemperaturabfall auf. Bei feuchtem Flugsandszustand wird also nicht nur die Tagestemperatur des Bodens ausgeglichener, sondern auch der Wärmegewinn bzw. —verlust werden im Wärmehaushalt infolge der Bodenfeuchte modifiziert (S. Abb. 2. und 3.). Wegen der relativ wachsenden Wärmeleitung des feuchten

Sandes entstehen günstigere Bodentemperaturverhältnisse, und die frühzeitige Ausdörrung der Pflanzenassoziation wird nicht nur durch den vergrößerten Wassergehalt des Bodens, sondern auch durch den mit diesem verbundenen Temperaturabfall gehemmt.

Literatur

1. *Aujeszký—Berényi—Béll*: Mezőgazdasági meteorológia Bp. 1951.
2. *Bacsó—Kakas—Takács*: Magyarország éghajlata, Bp. 1954.
3. *Grigercsik Endre*: Duna-Tiszaközi homoktakaró fúrési jegyzőkönyve.
4. *Sigmond Elek*: Általános talajtan. Bp. 1934.
5. *Wagner Richárd*: Komplexhőmérséklet. »Időjárás« 1953. No. 2.
6. *Wagner Richárd*: A mikroklimakutatás módszertani kérdései. A Magyar Tudományos Akadémia IV. Osztályán 1955. IV. 1-én Budapesten tartott előadás.